Aus der konservierenden Abteilung (Vorsteher: Prof. Dr. R. Jeanneret)
des zahnärztlichen Institutes der Universität Bern

Über die Sterilisation von Wurzelbehandlungs-Instrumenten und Materialien mit Asphalin

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde der hohen medizinischen Fakultät der Universität Bern

vorgelegt von

CURT HERRMANN
Zahnarzt
Baar (Zug)

Buchdruckerei Berichthaus ~ Zürich 1943

Auf Antrag des Herrn Prof. Dr. R. Jeanneret von der medizinischen Fakultät zum Druck als Dissertation genehmigt

Separatabdruck aus der «Schweizerischen Monatsschrift für Zahnheilkunde»
Band 53, 1943, Heft 8.

Aus der konservierenden Abteilung (Vorsteher: Prof. Dr. R. Jeanneret)
des zahnärztlichen Institutes der Universität Bern

Über die Sterilisation von Wurzelbehandlungs-Instrumenten und -Materialien mit Asphalin

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der Zahnheilkunde der hohen medizinischen Fakultät der Universität Bern

vorgelegt von

CURT HERRMANN
Zahnarzt
Baar (Zug)

Buchdruckerei Berichthaus - Zürich 1943

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Aus der konservierenden Abteilung
(Vorsteher: Prof. Dr. R. Jeanneret) des Zahnärztlichen Institutes
der Universität Bern

Über die Sterilisation von Wurzelbehandlungsinstrumenten und -materialien mit Asphalin

von *Curt Herrmann*
Baar (Zug).

Einleitung.

Dem Praktiker stehen für die Sterilisierung seiner Wurzelbehandlungsinstrumente und -materialien zwei Methoden zur Verfügung. Entweder werden die Instrumente und Materialien kurz vor der Einführung in den Wurzelkanal sterilisiert. Günstiger ist jene Methode, wonach die Instrumente und Materialien zu einem von der Behandlung unabhängigen und beliebig früheren Zeitpunkte im Heißluftsterilisator oder in Asphalin- oder ähnlichen Dämpfen sterilisiert und in einem Behälter in Reserve gehalten werden können.

Als eine der ältesten Methoden zur Sterilisierung von Wurzelkanalinstrumenten kennen wir das Eintauchen von Wattesonden in Alkohol absol. und Abflammen. Wie *Csernyei* (1) und *Grossman and Appleton* (2) in einer größeren Anzahl von Untersuchungen festgestellt hatten, ergab dieses Sterilität. Dies gelang *Csernyei* auch mit Wattesonden, nicht aber mit Wattebäuschchen, die wegen mangelhafter Tiefenwirkung nach dieser Methode nicht sicher zu sterilisieren sind. Das Abflammen hat aber auch in bezug auf die Qualität des zu verwendenden Materials Nachteile. So ist bekannt, daß nach mehrmaligem Abflammen des gleichen Instrumentes dieses an Härte und damit auch an Elastizität verliert und Bruchgefahr besteht. Ebenso nachteilig wirkt das nicht immer zu vermeidende teilweise Verkohlen der Watte. Der gegen letzteres zu verwendende Luftbläser hat auch seine Nachteile *(Jeanneret)* (3). Diese Methode soll also nach *Csernyei* nur als Notbehelf dienen.

Beim Flaherty-Sterilisator besteht das Prinzip darin, daß wir unsere Instrumente (auch Wattesonden, Papierspitzen usw.) in eine flüssige, hauptsächlich aus Blei und Antimon bestehende Metallegierung mehrmalig eintauchen. Eine einwandfreie Sterilisation ist mit dieser Methode in wenigen Sekunden zu erzielen. Dieses Verfahren hat aber auch seine Nachteile: keine sichere Kontrolle der Temperatur und Metallschmelze, Haftenbleiben von Metalltröpfchen und Bildung einer Oxydationsschicht an den Instrumenten, unangenehme Bleidämpfe, Verspritzen bei feuchtem Eintauchen und mögliches Umstoßen.

Der «Universo»-Apparat *(Jeanneret)* (3) zur Sterilisation von Wattesonden suchte die Mängel des Flaherty-Apparates zu beseitigen. Bei den kleinen Dimensionen des Apparates ist an Stelle des flüssigen Metalls eine elektrisch mit Drahtspirale geheizte Muffel getreten. Es stellte ein einfaches und praktisches Verfahren dar, um die auf übliche Art mit den Fingern gewickelten Wattesonden in zweimal einer Sekunde zu sterilisieren. Bei der Prüfung auf Schädigung der Papier- und Wattespitzen fand *Jeanneret* (3), daß die Papierspitzen nach zwei Sekunden langem Eintauchen ziemlich stark verkohlt und brüchig waren, also für unsere Zwecke unbrauchbar. Eintauchen von einer Sekunde schädigt die Papierspitzen nicht (genügt aber nicht sicher zur Sterilisierung).

Der Elektro-Kugel-Sterilisator nach *Dessart* wurde von *Breenkötter* (4) geprüft. Er beruht auf dem Prinzip des Flaherty-Sterilisators, wobei aber an Stelle des flüssigen Metalls kleine, ein bis zwei Millimeter große Stahlkugeln getreten sind, die auch ein «Eintauchen» von Instrumenten gestatten. Der Elektro-Kugel-Sterilisator tötet die vegetativen Formen der Bakterien in wenigen Sekunden ab. Eine Schädigung unseres Instrumentariums trete dabei weder durch die Hitze, noch rein mechanisch durch die Kugeln ein. Dieser Apparat hat gewisse Mängel, so einmal empfindet man die immerhin beträchtliche Wärme an der Außenwand des Behälters, weiterhin können die kleinen Kugeln leicht verschüttet werden, ebenso lagert sich bei längerem Gebrauch Schmutz ab. *Breenkoetter* spricht aber nur davon, daß die

vegetativen Formen (Staphylokokken, Diphtheriebazillen, Erdsporen) in wenigen Sekunden abgetötet sind, hat aber nicht auf Anaerobier untersucht, worin ebenfalls ein Mangel zu suchen ist.

Viel praktischer als das Sterilisieren unmittelbar vor der Behandlung ist jene Methode, wonach wir eine Anzahl steriler Instrumente aus einem Behälter entnehmen können.

Hiefür wäre das Auskochen von Instrumenten angängig, aber die sehr delikaten und meistens gezackten Wurzelkanalinstrumente sind schlecht zu trocknen und bei Lagerung die Rostgefahr und Schädigung zu groß. Für Wattesonden und dergleichen kommt diese Sterilisierungsart sowieso nicht in Betracht. Dagegen wären diese Nachteile durch die Heißluftsterilisation umgangen, doch ist die Notwendigkeit, die Instrumente lange und häufig der hohen Hitze auszusetzen, für ihre Qualität nicht ganz gleichgültig.

Eine weitere Sterilisierungsmethode haben wir in der Beißwenger-Röhre *(Labhart)* (5). Es wurde mit 70%-Alkohol bei 25 Minuten Kochdauer Keimfreiheit für Wattematerial, wie Wattepellets, Wattenadeln und Papierspitzen erzielt. Wenn zur leichteren Sterilisation Formaldehyd an Stelle von Alkohol verwendet wird, treten stechende Dämpfe beim Öffnen der Röhren auf, ebenso setzt sich ein schmieriger Belag an diesen fest.

Aus dem Gesagten ist begreiflich, daß man immer wieder versucht, die Sterilisation nicht durch Hitze, sondern durch Dämpfe verschiedener Sterilisationsmittel zu erreichen. So prüfte *Labhart* (5) die Wirkung der Dämpfe von: Chlorphenol, Chloramin, Trikresol-Formalin, Triopaste und Asphalin, wobei die Desinfektionsmittel mit dem Material in eine gut verschließbare Glasschale gebracht wurden. Seine Untersuchungen ergaben für Chlorphenol und Chloramindämpfe keine Keimtötung, mit Trikresol-Formalindämpfen erst nach achttägiger Einwirkung Keimfreiheit, in den Dämpfen der Triopaste von *Gysi* nach viertägiger Einwirkung. Mit Asphalin erhielt er die beste Wirkung: schon nach zweimal 24 Stunden war das Wattematerial keimfrei.

Eine weitere Entwicklung erfuhr die Sterilisation durch

das französische Produkt *Aldylène*, wobei eine Sterilisation sowohl auf kaltem wie auch auf heißem Wege (40 bis 70° C) möglich sei. Es ist kein spezieller Sterilisator dazu vorgeschrieben, man kann ein einfaches Metallgefäß mit Deckel dazu benützen. Aldylène ist ein flüssiges Produkt, auf der Basis von Formol, das Formaldehydgas abgibt. Auf kaltem Wege soll damit eine Keimtötung in drei Viertelstunden erreicht werden, auf warmem Wege hingegen (bei 40° C) in einer Viertelstunde. Diesbezügliche Untersuchungen von *Audéoud* (6) (Laboratoire d'Hygiène et de Bactériologie, Genève) haben gezeigt, daß das Aldylène dem Asphalin unterlegen ist, und zwar ist seine Wirkungsweise langsamer. Wesentlicher aber ist, daß die Rostgefahr bei Aldylène stark ist, wie *Gutzeit* (7) nachgewiesen hat.

Die vorliegende Arbeit hat den Zweck, das Sterilisationsverfahren mit *Asphalin* (8) den vorerwähnten Methoden gegenüberzustellen.

Asphalin ist eine in der zahnärztlichen Praxis sowohl zur Konservierung zahnärztlicher Instrumente wie auch als Wurzelkanaldesinfiziens bekanntes Mittel. Das Präparat wurde 1921 von *Maillart* (9) angegeben und besteht aus Trioxymethylen, Thymol, Kampfer und Zinkoxyd. Trioxymethylen — eine Polymeres des Formaldehyds — ist der wirksame Bestandteil. Thymol und Kampfer spielen eine unterstützende Rolle.

Das Asphalin wird von der Firma *Sauter S. A.* in Genf (8) in drei verschiedenen Formen in den Handel gebracht:

1. Als Asphalin-Pasta I (hart) und II (weich) zur Behandlung septischer Wurzelkanäle.
2. Als Asphalin flüssig.
3. Als Asphalin-Tabletten.

Letztere beiden dienen zur Sterilisierung respektive Sterilerhaltung zahnärztlicher Instrumente und Materialien.

Bisherige Untersuchungen über Asphalin.

Im Zusammenhang mit der Prüfung von Chlorphenol, Chloramin, Trikresol-Formalin und Triopaste hat *Labhart* (5)

auch das Asphalin untersucht. Wattepellets, die mit dreimal 24stündiger Gangränkultur durchtränkt waren, wurden in einer gut verschließbaren Porzellanschale den Asphalindämpfen ausgesetzt. Mit Asphalin wurde bei all diesen Versuchen die beste Wirkung erzielt. Schon nach zweimal 24 Stunden war das Wattematerial keimfrei, um dasselbe *ohne Bedenken* zu Wurzelbehandlungen benutzen zu dürfen. *Labhart* hat, was die Versuchstechnik anbelangt, außer acht gelassen, daß das im Asphalin sterilisierte Material vor dem Überführen auf die entsprechenden Nährböden nicht neutralisiert wurde. So konnten also die noch am Keimträger anhaftenden Formaldehyddämpfe auf dem Nährboden auf das Keimwachstum weiter hemmend wirken.

Über die Wirkungsweise des Asphalins wurden weiter Versuche von *Fischer* (10) und *Audéoud* (6) unternommen. Versuche mit feuchten Kulturen und Staphylokokken ergaben für Asphalin-Tabletten Sterilisation nach drei Stunden, mit eingetrockneten Staphylokokkenkulturen in dreizehn Stunden. Auch bei diesen Versuchen wurde nach der Einwirkung der Asphalindämpfe keine Neutralisation vorgenommen. Die Wirkung auf pathogene Anaerobier wurde nicht eingehender untersucht, ferner sollen nach diesen beiden Forschern Bazillen mit Sporen auf diese Weise überhaupt nicht unschädlich gemacht werden können.

Über die Desinfektionskraft des Asphalins hat auch der Bakteriologe *Kollath* (11) Untersuchungen angestellt. Zur Trockeninstrumentendesinfektion für Papierspitzen, Wattenadeln, Wattekugeln, Guttaperchaspitzen und Millernadeln u. a. m. in der bekannten Schale sei es völlig ungeeignet. *Kollath* fand, daß Diphtheriebazillen und Staphylokokken nach 24 Stunden und 48 Stunden noch «wohl und munter» waren. Das Verfahren sei für obigen Zweck glatt abzulehnen.

Die Untersuchungen von *Kollath* veranlaßten *Jeanneret* (12) die hinreichende Desinfektionskraft des Asphalins weiter zu untersuchen. In zahlreichen bakteriologischen Untersuchungsreihen wurde eine sichere Sterilisierung erreicht: für Wattesonden mit den Fingern gedreht, in vier Stunden, für Wattesonden mit Speichel infiziert nach sechs Stunden, für

Wattesonden mit Staphylokokken infiziert (24stündige Aufschwemmung) nach 14 Stunden. Auch bei diesen Versuchen ist das sterilisierte Material vor Übertragung auf die Nährböden nicht neutralisiert worden, so daß eventuell ein zu günstiges Resultat vorgetäuscht wird und eine Nachprüfung mit veränderter Technik notwendig erscheint. Auf Grund dieser Untersuchungen empfiehlt *Jeanneret* (12), bei Anwendung des von ihm angegebenen neuen *Wurzelbehandlungsbesteckes* (12) obige Zeiten zu berücksichtigen.

Eigene Untersuchungen.

Für die bakteriologische Wirkungsweise des Asphalins machte ich mir die Studien über das Formaldehyd von *Luggen* (13) und die Arbeiten von *Sobernheim-Mündel* (14) zunutze.

Ich konnte mich in die bakteriologische Untersuchungsmethodik unter Leitung von Dr. *Mündel* am Hygiene-Institut der Universität Bern (Direktor: Prof. Dr. *C. Hallauer*), einarbeiten.

Beim Durchsehen der verschiedenen Versuchstechniken und Methoden, die bis anhin üblich waren, ist mir das Fehlen jeglicher Neutralisation der sterilisierten Keimträger und Keime aufgefallen.

Weiter war es mir daran gelegen, die Versuchsreihen auch auf die pathogenen Anaerobier auszudehnen, da Arbeiten von *Kamer* (15), *Fischer* (16) und *Lincke* (17) klarstellten, daß bei der Pulpagangrän eine ansehnliche Zahl pathogener Anaerobier eine Rolle spielt.

Auf Grund der Resultate früherer Forschungen, die kein einwandfreies Bild ergaben, sind mir von Herrn Prof. *Jeanneret* folgende Probleme gestellt worden:

A) In welcher Minimalzeit werden durch Asphalindämpfe zahnärztliche Wurzelkanalinstrumente und Wattesonden steril?

Prüfung auf Staphylokokken
Prüfung auf Erdsporen
Prüfung auf Anaerobier
Prüfung auf Bakterien der gangränösen Pulpa.

B) Dauer der genügenden Wirksamkeit der Asphalintabletten?
Mittel zur Kontrolle der Wirksamkeit in der Praxis?

C) Vergleich der Tabletten mit Wasserdampf?
Vergleich der Tabletten ohne Wasserdampf?
Rostgefahr bei Wasserdampf?

Versuchstechnik.

Die bisherige Technik, die für die Sterilisationsversuche mit Asphalin von *Labhart* (5), *Jeanneret* (12), *Fischer* (10) und *Audéoud* (6) befolgt wurde, läßt sich kurz folgendermaßen zusammenfassen: Es wurde in den meisten Fällen eine 24stündige Aufschwemmung von Staphylokokken, Streptokokken, Subtilis, Coli, Löffler, Pyocyaneus usw. gemacht. Damit wurden Wattepellets, Wattenadeln, Papierspitzen, Wurzelwattesonden und sonstige Instrumente infiziert. Entweder angetrocknet oder feucht wurden sie dann in eine mit Asphalintabletten, -paste oder -flüssigkeit beschickte Schale gebracht, anschließend an die Sterilisation auf einen entsprechenden sterilen Nährboden übertragen und im Brutschrank auf die Dauer von fünf bis zehn Tagen bebrütet.

Bei dieser Versuchstechnik fällt nun besonders das Fehlen jeglicher Neutralisation der sterilisierten Keimträger und Keime auf. Wenn die Keimträger mit den Keimen, die den Asphalindämpfen ausgesetzt sind, dem Sterilisator entnommen und direkt auf den Nährboden gebracht werden, wie es bei allen bisherigen Untersuchern der Fall war, so müssen noch Reste des Sterilisationsmittels, die zusammen mit dem Keimträger und Keimen (bei letzteren auf den Leibern oder im Innern der Bakterienleiber) auf den Nährboden gelangen, auf diesem noch weiter wirken. Aufgabe einer Neutralisation ist es nun, Keimträger wie Keime von diesen Sterilisationsresten zu befreien.

In einer besonderen Arbeit hat *Luggen* (13) (unter Leitung von *Mündel* am bakteriologischen Institut der Universität Bern) dargelegt, daß die entwicklungshemmenden Eigenschaften des Formaldehyds gegenüber geschädigten Keimen stärker sind als gegenüber nicht geschädigten, und daß bei

Desinfektionsversuchen geringe Spuren des Formaldehyds, die auf Nährböden übertragen werden, für die Entwicklungshemmung von geschädigten Keimen ausreichen und so zu Täuschungen über die absolute Desinfektionskraft des Formaldehyds führen können.

Erreicht wird eine solche Neutralisation durch Spülen des mit den Keimen beladenen Keimträgers mit 2,5- bis 3prozentigem Ammoniak oder mit 10prozentigem Natriumsulfit. Oder aber ein Zusatz des Neutralisationsmittels zum Nährboden (Bouillon) macht die Abspülung des Keimträgers in einem Neutralisationsmittel nach beendetem Versuch entbehrlich. Die Neutralisation der Formaldehydreste am Keimträger muß unmittelbar nach der Herausnahme aus dem Desinfektionsmittel erfolgen; andernfalls tritt eine ausgesprochene Nachwirkung des Formaldehyds ein. Nach *Luggen* ist ein Nachteil des Ammoniaks dadurch gegeben, daß er mit dem Formaldehyd eine Verbindung bildet, das Hexamethylentetramin, das nach Angaben von *Ohira* (zitiert bei *Luggen*) eine keimwidrige Eigenschaft aufweist. Das Natriumsulfit bildet mit dem Formaldehyd hingegen in schnell verlaufender Reaktion das formaldehydschwefligsaure Natrium, wobei das Formaldehyd in fester Bindung ist.

Gestützt darauf habe ich mir folgende Versuchstechnik ausgearbeitet:

Für meine Versuche verwendete ich:

Aerobier:
1. Staphylokokken;
2. M-Sporen: Mündelsporen des bakt. Institutes der Universität Bern. Testmaterial von gedüngtem Ackerboden, das steril gezüchtet und auf hohe Resistenz gebracht zu Sterilisationsversuchen benutzt wird. In der zahnärztlichen Praxis werden sie allerdings nicht angetroffen.

Anaerobier:
3. Pararauschbrandbazillen;
4. Bazillus putrificus: in der gangränösen Zahnpulpa;
5. Mischbakterien der gangränösen Pulpa.

Diese Stämme werden im Falle der Aerobier mit einer Platinöse auf Schrägagar, im Falle der Anaerobier auf aus-

gekochte Leberbouillon geimpft und zur 24stündigen Bebrütung in den Brutschrank bei 37° C gebracht. Nach der Bebrütung wurde im Falle der Aerobier 10 ccm sterile Kochsalzlösung auf den Schrägagar gebracht und die Bakterienflora darin aufgeschwemmt. Bei den Anaerobiern wurde 1 ccm mit einer Pippette entnommen und in 10 ccm Kochsalzlösung aufgeschwemmt. In diesen Aufschwemmungen wurden nun die zu sterilisierenden Instrumente und Materialien während zehn Minuten infiziert und nachher im Brutschrank bei 37° C während einer Stunde angetrocknet. Als Sterilisator verwendete ich eine spezielle Glasschale mit eingeschliffenem Deckel der Firma Kölliker (Asphalinschale Kölliker), als Desinfektionsmittel die Asphalintabletten B mit Kampfer der Firma Sauter in Genf. Pro Sterilisator wurde eine Tablette genommen und die infizierten, getrockneten Instrumente auf sterile Gaze gelegt. Nach erfolgter Sterilisierung wurden die entsprechenden Instrumente und Materialien in 2,5prozentigem Ammoniak oder in 10prozentigem Natriumsulfit während drei Minuten gewaschen und auf die entsprechenden Nährböden gebracht. Letztere wurden nun während zehn Tagen im Brutschrank bebrütet.

Aus Gründen der Einfachheit habe ich fast durchwegs als Neutralisationsmittel Ammoniak verwendet, da Natriumsulfit auf den festen Nährböden einen weißen Niederschlag bildet und die Kontrolle erschwert.

Für die nachfolgenden Versuche in maximaler Aufschwemmung gebrauchte ich als Keimträger sterile Seidenfäden von etwa 2 cm Länge. Die Bedingungen für die Sterilisation sind verschieden gestaltet worden. So wurde die Temperatur von 20° oder 37° oder gar 46° variiert, ebenfalls der Sterilisator wasserdampfhaltig oder wasserdampffrei gemacht, indem ich entsprechende drei ccm steriles Wasser zufügte.

A. *Die bakterizide Wirkung der Asphalintabletten.*

Asphalinversuch Nr. 1 mit Staphylokokken und M-Sporen. Vergleich mit und ohne Wasserdampf, ebenso unter Variation der Temperatur.

Zeiten		Staphylokokken				M-Sporen				
		20°		46°		20°		46°		
		o. W.	m. W.	o. W.	m. W.	o. W.	m. W.	o. W.	m. W.	
		A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	A B	
1 Std.		+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	
3 Std.		+ +	+ +	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	
6 Std.		+ +	— —	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	
8 Std.		+ +	— —	+ +	— —	+ +	+ +	+ +	— —	
10 Std.		+ +	— —	+ +	— —	+ +	— —	+ +	— —	
24 Std.		+ +	— —	+ +	— —	+ +	— —	+ +	—	
Kontrolle	+ +									+ +
12 Std.		+ +		+ +		+ +		+ +		
16 Std.		+ +		+ +		+ +		+ +		
20 Std.		+ +		+ +		+ +		+ +		
24 Std.		+ +		+ +		+ +		+ +		
36 Std.		+ +		+ +		+ +		+ +		
48 Std.		— —		— —		+ —		+ +		
72 Std.		— —		— —		— —		— —		
Kontrolle	+ +									+ +

o.W. = ohne Wasserdampf; m.W. = mit Wasserdampf
A = Schrägagar B = Bouillon

Aus diesem Versuche geht hervor, daß in wasserdampffreiem Milieu bei 20° und 46° die Staphylokokken in acht Stunden, die M-Sporen in wasserdampfhaltigem Milieu schneller abgetötet werden als in wasserdampffreiem, und daß die Wirkung des Wasserdampfes durch Erhöhung der Temperatur noch gesteigert wird, während die keimtötende Wirkung durch Temperatursteigerung in wasserdampffreiem Milieu keine wesentliche Änderung erfährt, eine Erscheinung, auf die *Luggen* bei Formaldehyddämpfen schon hingewiesen hat.

Asphalinversuch Nr. 2 mit Anaerobier. Pararauschbrandbazillus (Vibrion septique) und Bazillus putrificus verrucosus = Bac. sporogenes. Vergleich mit und ohne Wasserdampf und unter Variation der Temperatur.

Zeiten	Pararauschbrandbaz.				Baz. Putrificus			
	20°		37°		20°		37°	
	o. W.	m. W.	o. W.	m. W.	o. W.	m. W.	o. W.	m. W.
	L	L	L	L	L	L	L	L
½ Std.	+	+	+	+	+	+	+	+
1 Std.	+	+	+	+	+	+	+	+
3 Std.	+	+	+	+	+	+	+	+
6 Std.	+	—	+	+	+	+	+	+
10 Std.	+	—	+	+	+	+	+	+
24 Std.	—	—	+	+	—	+	+	+
48 Std.	—	+	—	—	-	—	-	-
72 Std.	—	-		—	-	—	—	—
Kontrolle I .		+				+		
Kontrolle II .		+				+		

L = Leberbouillon

Pararauschbrandbazillen werden bei 20° in 24 Stunden, bei 37° in 48 Stunden abgetötet, Putrificus bei 20° in 10 Stunden, bei 37° in 24 Stunden. Pararauschbrand in wasserdampfhaltigem Milieu bei 20° in 6 Stunden, bei 37° in 24 Stunden. Putrificus hingegen bei 20° in 24 Stunden, bei 37° in 48 Stunden.

Hier lernen wir gerade ein umgekehrtes Verhalten von anaeroben Sporen kennen, indem die Anaerobier bei erhöhter Temperatur und in wasserdampfhaltigem Milieu weniger schnell abgetötet werden, da sie eben unter solchen Bedingungen von der vegetativen Form in die Sporenform übergehen, eine Erscheinung die schon *Sobernheim* und *Mündel* (14) beschrieben haben.

Alle diese Versuche zeigen, daß unsere Keime in trockenem Milieu relativ spät abgetötet werden. Nur feuchtes Milieu und Temperatursteigerung vermindern die Sterilisationsdauer.

In der Praxis aber ist die Abkürzung der Sterilisations-

dauer durch feuchtes Milieu nicht erwünscht, da, wie später gezeigt werden soll, die Instrumente leiden (Rostgefahr) und, da es für die Temperaturvariation einen speziellen Thermostaten erfordert. Es soll dagegen im folgenden ergründet werden, ob bei Herabsetzung der in unserem Versuche verwendeten Keimmenge, auf eine Zahl, die den natürlichen Verhältnissen eher entspricht, auch mit der wasserdampffreien Methode kürzeren Sterilisationszeiten genügen.

Unsere Keimträger waren bei den vorherigen Versuchen in einer maximalen Aufschwemmung von Keimen infiziert worden. Eine solche maximale Keimmenge kommt aber praktisch gar nicht vor.

Daß die Keimmenge bei handgedrehten und von Speichel infizierten Wattesonden eine sehr geringe ist, geht durch nachstehenden Versuch hervor, wobei Wattesonden (Ws) und gezackte Kanalinstrumente (KI) in vier Stunden, Wattebäuschchen (Wb) in sechs Stunden sterilisiert wurden.

Asphalinversuch Nr. 3.

Zeiten	Ws		Wb		gez. K I.	
	A	B	A	B	A	B
1 Std.	+	+	+	+	+	+
2 Std.	+	+	+	+	+	+
4 Std.	—	—	+	+	—	—
6 Std.	—	—	—	—	—	—
8 Std.	—	—	—	—	—	—
10 Std.	—	—	—	—	—	—
24 Std.	—	—	—	—	—	—
Kontrolle	+	+	+	+	+	+

Diese Ergebnisse bestätigen die früheren Versuche *Jeannerets* (12).

Die relativ geringe Keimmenge in einem gangränösen Wurzelkanal gegenüber gezüchteten Gangränkulturen soll an einem weiteren Versuch erläutert werden.

Gangränöses Material wurde in Kochsalz zerrieben, damit Seidenfäden infiziert, diese bei 46° etwa eine halbe Stunde angetrocknet. Sonst übliche Technik.

Asphalinversuch Nr. 4: ohne Wasserdampf.

Zeiten	L A B	20° L A B	Bemerkungen	37° L A B	Bemerkungen
5 Min. . .		+ — —	weniger Kokken mehr Stäbchen	+ — —	nur Stäbchen
20 Min. . .		+ — —	wenig Kokken mehr Stäbchen	+ — —	nur Stäbchen
60 Min. . .		+ — —	nur Stäbchen	— — —	
3 Std. . .		— — —		— — —	
24 Std. . .		— — —		— — —	
Kontrolle	+ — —				

Es zeigt sich also, daß die Bakterien der gangränösen Pulpa bei 20° im wasserdampffreien Milieu in drei Stunden abgetötet wurden, und zwar die Kokken schneller als die Stäbchen. Nach 37° wurden diese Bakterien in einer Stunde abgetötet, mikroskopisch waren nur mehr Stäbchen zu sehen, wobei die Kokken schon in fünf Minuten vernichtet waren. Die Kokken wurden als grüne Streptokokken, die Stäbchen als Pseudodiphtheriekokken identifiziert.

Daß die gangränöse Keimmenge in einem Kanal eine weit geringere sein muß, als in gezüchteten Kulturen, geht schon aus der relativ kurzen Sterilisationsdauer obigen Versuches hervor.

Sobernheim und *Mündel* (14) haben in zahlreichen Versuchsreihen gezeigt, daß bei steigender Zahl der Sporen die Abtötungsdauer zunimmt, ebenso hat *Lange* (zitiert bei *Sobernheim* und *Mündel*) bewiesen, daß die verwendete Gesamtmenge, d. h. die Dichte der Suspension der Keime maßgebend sei. Meine weiteren Versuche werden diese beiden Anschauungen unterstützen.

Die Versuchstechnik ist die gleiche geblieben wie bei den vorhergehenden Versuchen; an Stelle einer maximalen Aufschwemmung der Keimmenge wurde diese 1:10 000 verdünnt, wie sie praktisch vorkommt. Als Keimträger kommen die in der Praxis üblichen Wurzelkanalinstrumente und -materialien in Frage: Wurzelwattesonden, Wattebäuschchen und gezackte Kanalinstrumente.

Das Material für die Versuche mit Bakterien der gangränösen Pulpa konnte ich an Patienten unserer zahnärztlichen Universitätsklinik entnehmen. Zur Entnahme wurde jeweils der Zahn unter Rubberdam gelegt und die Krone mit einem Jodanstrich versehen, so daß mit annähernd reinen Kulturen gerechnet werden konnte. Die Wattesonden und die gezackten Kanalinstrumente wurden hernach bis an den Apex geführt und so infiziert. Alle diese Versuche sind in zwei Serien ausgeführt worden.

Asphalinversuch Nr. 5 mit Staphylokokken bei einer Verdünnung von 1:10 000, ohne Wasserdampf.

Zeiten	Wurzelsonden		Wattebäuschchen	
	A	B	A	B
1 Std.	+	+	+	+
3 Std.	+	+	+	+
6 Std.	+	+	+	+
8 Std.	+	+	+	+
10 Std.	+	+	+	+
24 Std.	—	—	—	—
Kontrolle	+	+	+	+
12 Std.	+	+	+	+
14 Std.	+	+	+	+
16 Std.	+	+	+	+
18 Std.	+	+	+	+
20 Std.	+	+	+	+
24 Std.				
Kontrolle	+	+	+	+

A = Schrägagar B = Bouillon

Aus diesem Versuche geht hervor, daß in wasserdampffreiem Milieu die Wurzelwattesonden und Wattebäuschchen in 20 Stunden keimfrei sind.

Asphalinversuch Nr. 6 mit M-Sporen bei Verdünnung 1:10 000.

Zeiten	Ws		Wb		gez. KI	
	A	B	A	B	A	B
1 Std.	+	+	+	+	+	+
3 Std.	+	+	+	+	+	–
6 Std.	+	+	+	+	+	+
8 Std.	+	+	+	+	+	+
10 Std.	+	+	+	+	+	+
24 Std.	+	+	+	+	+	+
Kontrolle	+	+	+	+	+	+
12 Std.	+	+	+	+	+	+
14 Std.	+	+	+	+	+	+
16 Std.	+	+	+	+	+	+
18 Std.	+	+	+	+	+	+
20 Std.	+	+	+	+	+	+
24 Std.	+	+	+	+	+	+
48 Std.	+	+	+	+	+	+
Kontrolle	+	+	+	+	+	+

Mit Erdsporen infizierte Wurzelwattesonden, Wattebäuschchen und gezackte Kanalinstrumente wurden in 48 Stunden nicht steril, es ist also die Sterilisationszeit von 72 Stunden (Versuche mit maximaler Aufschwemmung) für vollständige Abtötung von M-Sporen erforderlich.

Asphalinversuch Nr. 7: mit Putrificus bei Verdünnung 1:10 000.

Zeiten	Ws	Wb	gez. KI
	L	L	L
1 Std.	+	+	+
3 Std.	+	+	+
6 Std.	–	+	–
8 Std.	–	+	–
10 Std.	–	–	–
24 Std.	–	–	–
Kontrolle	+	+	–
12 Std.	–	–	–
14 Std.	–	–	–
16 Std.	–	–	–
18 Std.	–	–	–
20 Std.	–	–	–
24 Std.	–	–	–
48 Std.	–	–	–
Kontrolle	+	+	–

Wurzelwattesonden (Ws) und gezackte Kanalinstrumente (gez. K I) wurden in sechs Stunden steril, Wattebäuschchen (Wb) in zehn Stunden.

Es bestätigt sich hier wieder, daß infizierte Instrumente in kürzerer Zeit sterilisiert werden als Wattesonden, Wattebäuschchen, wo eben die Tiefenwirkung eine längere Einwirkung des Asphalins benötigt.

Asphalinversuch Nr. 8 mit Bakterien der gangränösen Pulpa.

Zeiten	Ws			gez. K I		
	L	A	B	L	A	B
1 Std.	+	+	+	+	+	+
3 Std.	+	+	+	+	+	+
6 Std.	+	+	+	+	+	+
8 Std.	+	—	—	+	—	—
10 Std.	—	—	—	—	—	—
24 Std.	—	—	—	—	—	—
Kontrolle	+	+	+	+	+	+
12 Std.	—	—	—	—	—	—
14 Std.	—	—	—	—	—	—
16 Std.	—	—	—	—	—	—
18 Std.	—	—	—	—	—	—
20 Std.	—	—	—	—	—	—
24 Std.	—	—	—	—	—	—
48 Std.	—	—	—	—	—	—
Kontrolle	+	+	+	+	+	+

Die mit Bakterien der gangränösen Pulpa infizierten Wattesonden und gezackten Kanalinstrumente wurden in zehn Stunden steril, wobei die Aerobier schon in acht Stunden abgetötet waren (Agar und Bouillon).

Diese Versuche Nr. 5 bis 8 zeigen mit Ausnahme des Versuches mit M-Sporen (Nr. 6) deutlich, daß durch eine Verdünnung von 1 : 10 000 auch im wasserdampffreien Milieu die minimale Sterilisationsdauer, wie sie bei maximaler Aufschwemmung für wasserdampfhaltiges Milieu gefunden wurde, stark unterschritten wurde.

B. *Wie lange bleiben die Asphalintabletten genügend wirksam?*

Der Praktiker hat sich sehr oft die Frage nach der Dauer der genügenden Wirksamkeit der Tabletten gestellt. Es ist

mir deshalb die Aufgabe erwachsen, dem Zahnarzt ein möglichst einfaches und rasches Verfahren zur Bestimmung der Wirksamkeit der Asphalintabletten in die Hand zu geben.

Für die chemisch-physikalischen Versuche standen mir Morphium-Schwefelsäure und fuchsinschweflige Säure zur Verfügung. Die Morphin-Schwefelsäure, wie sie *Lutz* (18) zum Nachweis von Formaldehyd in der Pulpa verwandte, ließ ich mir nach folgendem Rezept herstellen:

Morphin. hydrochloric. ...	0,5
acid. sulfuric. conc.	20,0

Die fuchsinschweflige Säure wurde nach PHARMACOPOEA HELVETICA V (19), p. 1043 hergestellt wie folgt:

0,2 g Fuchsin werden in 1040 ccm heißes Wasser vollständig gelöst. Der Lösung werden nach dem Abkühlen 5 g kristallisiertes Natriumsulfit und 3 ccm konzentrierte Salzsäure zugesetzt. Dann wird mit Wasser auf 100 ccm aufgefüllt. Nach 2 Stunden ist die Lösung gebrauchsfähig und wird dann wenn nötig noch abfiltriert. Sie darf schwach gelblich bis grünlich, nicht aber violett oder blau gefärbt sein. Vor Licht geschützt, in gut verschlossenem Glase, kühl aufbewahren!

Als Versuchstechnik für diese Testversuche wurde Filtrierpapier mittlerer Feinheit in Streifen von 5 cm Länge und 1 cm Breite geschnitten. Zwei Asphalinschalen Kölliker werden mit je einer frischen Asphalintablette B mit Kampfer versehen. Je ein mit Morphium-Schwefelsäure und fuchsinschwefliger Säure vollgetränkter Streifen von obiger Größe werden in die beiden Asphalinschalen gelegt.

Der mit Morphium-Schwefelsäure vollgetränkte Streifen verkohlte innert kürzerer Zeit (Grund: Konz. Schwefelsäure) und zeigte also keinen Farbumschlag.

Der mit fuchsinschwefliger Säure vollgetränkte Streifen zeigte einen sehr deutlich sichtbaren Farbumschlag, d. h. in fünf Minuten eine hellviolette Färbung, die in der Gesamtzeit von acht Minuten ihre dunkelviolette Färbung erreichte.

Die beiden Versuche haben gezeigt, daß die Morphin-Schwefelsäure als Test nicht geeignet ist, da die konzentrierte Schwefelsäure sofort das Filtrierpapier zerstört, ebenso wirkt

ihre hygroskopische Eigenschaft hemmend, feine Instrumente können geschädigt werden.

Fuchsinschweflige Säure hingegen ist als Testmittel sehr geeignet. Die Handhabung dieses Testes ist die denkbar einfachste und sie ist sehr zuverlässig. Da die Konzentration der Schwefelsäure sehr gering ist, tragen weder die Instrumente noch die Tabletten Schaden. Frische Tabletten geben in fünf bis acht Minuten dunkelrot-violetten Farbumschlag. Gebrauchte Tabletten geben ebenfalls noch kräftigen Farbumschlag, doch beträgt dessen Dauer minimal fünfzehn Minuten.

Nach mehreren Versuchsreihen hat sich herausgestellt, daß bei einem Farbumschlag in fünfzehn Minuten noch genügend bakterizide Wirkung der Asphalintabletten vorhanden ist. Die Dauer der genügenden Wirksamkeit der Asphalintabletten beträgt mindestens (je nach Gebrauch der Asphalinschale) vier bis sechs Wochen. Während dieser Zeit wurde keine bedeutende Verringerung der Wirksamkeit gefunden; es darf demnach jede Tablette, die bei fünfzehn Minuten noch einen kräftigen Farbumschlag (dunkles Rot-violett bis Violett) gibt, für genügend bakterizid angesehen werden.

Die fuchsinschweflige Säure ist im Handel nicht ohne weiteres käuflich, sondern sie muß in einer Apotheke nach Pharmacopoea Helvetica V hergestellt werden. Sie soll in einer dunkelbraunen Flasche aufbewahrt werden, die mit einem Glaszapfen gut zu verschließen ist. Nach Entnahme soll sie sofort wieder verschlossen werden, da sich die fuchsinschweflige Säure in der atmosphärischen Luft leicht oxydiert. Die Herstellungskosten sind sehr klein und man lasse sich nur eine Menge von etwa 50 ccm herstellen, da sie lange ausreicht.

C. *Über die Rostgefahr für die Wurzelkanalinstrumente.*

Bei der praktischen Verwirklichung zur Herabsetzung der Sterilisationsdauer durch Wasserdampfzusatz und Erhöhung der Temperatur spielt die Rostgefahr eine Rolle. Zu diesem Zwecke habe ich die Asphalintabletten B auf ihre Rostgefahr untersucht, wobei Wasserdampfzusätze im Sterilisator auch

mitberücksichtigt wurden. Schon *Gutzeit* (7) hat vergleichende Versuche mit Asphalinflüssigkeit und Aldylène angestellt, wobei er die überlegene nicht rostende Wirkung der Asphalinflüssigkeit dem Aldylène gegenüberstellt.

Gutzeit hat folgenden Versuch durchgeführt: Je zwei trockene und zwei angefeuchtete Injektionsnadeln wurden Aldylène- und Asphalindämpfen ausgesetzt (1,5 g Flüssigkeit auf 1500 ccm Gefäßinhalt). Die angefeuchteten Injektionsnadeln in den Aldylènedämpfen wiesen in 12 Stunden mit der Lupe sichtbaren Rost auf und waren in 24 Stunden vollständig mit Rost überzogen, während die in Asphalin ausgesetzten angefeuchteten Nadeln nicht angegriffen wurden. Was die beiden trockenen Nadeln anbelangt, wiesen diese im Falle des Aldylènes wie des Asphalins keine Veränderungen auf.

Meine Rostversuchsanordnung war folgende: In je einer Asphalinschale Kölliker mit einer Asphalintablette B mit Kampfer sind Wurzelkanalinstrumente wie Pulpaextraktoren, Kanalfeilen, Rattenschwanzinstrumente, Wattesonden (Incassables) auf trockener Gaze eingebracht worden, wobei eine Serie dieser Instrumente angetrocknet, eine andere angefeuchtet war. In der zweiten Asphalinschale war die gleiche Anordnung, doch hier 3 ccm Wasser in der Schale (Wasserdampf).

Sowohl trockene wie angefeuchtete Wurzelkanalinstrumente blieben im Wasserdampffreien Milieu bei Zimmertemperatur rostfrei und dies auch bei einer Versuchsdauer von vier Monaten, hingegen trockene und angefeuchtete Wurzelkanalinstrumente und Sonden rosteten im wasserdampfhaltigen Milieu bei Zimmertemperatur. Rost war nach 48 Stunden mit der Lupe, nach 96 Stunden von bloßem Auge sichtbar. Bei Erhöhung der Temperatur auf 37° und 46° war die Rostbildung noch rascher und intensiver.

Aus dieser Prüfung geht hervor, daß in wasserdampffreiem Milieu durch Asphalindämpfe absolut keine Rostgefahr besteht, wohl aber in wasserdampfhaltigem. Weiter ist ersichtlich, daß, wenn wir in der Praxis eine rasche Sterilisation mit Wasserdampfzusatz anwenden wollen (eventuell

auch durch Temperaturerhöhung) die Instrumente zwei bis drei Tage maximal ohne Rostgefahr liegen bleiben dürfen. Es mag dies also für eine schnelle, sichere Sterilisation zu einem sofortigen operativen Eingriff mit Vorteil verwendet werden, nicht aber für die Fälle, wo wir die Wurzelbehandlungsinstrumente in Reserve behalten wollen.

Zusammenfassung.

I. *Bakterizide Wirkung von Asphalin.*

1. Maximale Staphylokokkensuspensionen werden im wasserdampffreien Milieu bei 20° in 48 Stunden, bei 46° ebenfalls, M-Sporen bei 20° und 46° in 72 Stunden abgetötet. In wasserdampfhaltigem Milieu sind die Zeiten viel kürzer. So werden Staphylokokken bei 20° in 6 Stunden, bei 46° in 3 Stunden, M-Sporen in 10 Stunden, bzw. in 3 Stunden abgetötet.

2. Mit Staphylokokken bei 1:10 000 Verdünnung infizierte Wurzelwattesonden und Wattebäuschchen werden im wasserdampffreien Milieu in 20 Stunden keimfrei, mit M-Sporen infiziert bei 48 Stunden noch nicht keimfrei, mit Putrificus infizierte Wattesonden und Wurzelkanalinstrumente in 6 Stunden, Wattebäuschchen in 10 Stunden keimfrei.

3. Suspensionen von Pararauschbrandbazillen und Baz. Putrificus zeigen ein umgekehrtes Verhalten. Wasserdampfhaltiges Milieu und Temperaturerhöhung steigern die Sterilisationszeiten. Vollständige Abtötung in 48 Stunden.

4. Handgedrehte und mit Speichel infizierte Wurzelkanalinstrumente und -materialien werden in 6 Stunden steril.

5. Mit Mischbakterien der gangränösen Pulpa infizierte Wattesonden und Kanalinstrumente sind in 10 Stunden keimfrei.

II. *Praktische Nutzanwendungen.*

Asphalintabletten B der Firma Sauter in Genf sind zur Trockensterilisation in gut verschlossenen Schalen oder in dem von Prof. *Jeanneret* hierfür konstruierten neuen Wurzelbehandlungsbesteck geeignet.

III. *Regeln für den Praktiker.*

1. Handgedrehte Wurzelwattesonden und Wattebäuschchen sind nach 6 Stunden Sterilisationsdauer behandlungsbereit.

2. Alle Wurzelkanalinstrumente und -materialien sind nach 20 Stunden Sterilisationsdauer praktisch keimfrei und können zu operativen Zwecken verwendet werden.

3. Raschere Sterilisationsdauer (minimal 3 Stunden) wird durch Wasserdampfzugaben (3 ccm Wasser) und Temperaturerhöhung auf 37° oder 46° erreicht.

4. In wasserdampffreiem Milieu besteht keine Rostgefahr. Sollte Wasserdampf zur Herabsetzung der Sterilisationsdauer Verwendung finden, so sind die entsprechenden Instrumente infolge Rostgefahr höchstens zwei bis drei Tage im Apparat zu belassen.

5. Die Dauer der genügenden Wirksamkeit der Tabletten beträgt durchschnittlich vier bis sechs Wochen und kann mit fuchsinschwefliger Säure kontrolliert werden.

Literaturverzeichnis.

1. *Csernyei:* Die Sterilität des Instrumentariums. Z.R. 1931, Seite 1670.
2. *Grossman and Appleton:* Resterilisation of dental instruments by use of alcohol and flaming. Journ. Americ. Dent. Assoc. 1940.
3. *Jeanneret:* Ein neuer Apparat («Universo») zur Sterilisation von Wattesonden. Schw. M. f. Z. 1933, Heft 7.
4. *Breenkötter:* Kritische Untersuchung des «Elektro-Kugel-Sterilisators nach Dr. Dessart» unter besonderer Berücksichtigung der Einwirkung der Hitze auf Bohrer und Nadeln. Köln 1936.
5. *Labhart:* Über Asepsis in der konservierenden Zahnheilkunde, Diss. Basel 1929.
6. *Audéoud:* Expérience no. 3 concernant les essais sur l'asphaline A et N et l'Aldylène. Expérience no. 4 concernant les essais sur l'asphaline B et N et l'Aldylène. Etude expérimentale sur l'Asphaline liquide, les comprimés d'Asphaline N et B, sur l'Aldylène, Genève 1935.
7. *Gutzeit:* Rapport d'expertise, Genève 1934.
8. *Sauter, S. A. Genf:* Asphalin-Präparate.
9. *Maillart:* Die Behandlung septischer Wurzelkanäle mit Asphalin. Schw. M. f. Z. 1921.

10. *Fischer:* Rapport d'expériences provisoires sur le pouvoir desinfectant de l'Asphaline B, Genf 1928.
11. *Kollath:* Bemerkungen zur Desinfektion und Sterilisation in der zahnärztlichen Praxis. D.Z.W. 1935. Seite 143 ff.
12. *Jeanneret:* Ein neues Wurzelbehandlungsbesteck. Schw. M. f. Z. 1939. Heft 6.
13. *Luggen:* Über das Keimtötungsvermögen von heißen Formaldehyddämpfen. Diss. Bern 1940.
14. *Sobernheim* und *Mündel:* Grundsätzliches zur Technik der Sterilisationsprüfung. I. Mitteilung Bd. 118, Heft 3, Zschr. f. Hygiene. II. Mitteilung Bd. 121, Heft 2.
15. *Kamer:* Anaerobe Mikro-Organismen in der gangränösen Pulpa. Schw. M. f. Z. 1929, Nr. 4.
16. *Fischer:* Zur Bakteriologie des gangränösen Wurzelkanals und über den Wirkungsradius verschiedener zahnärztlicher Entkeimungsmittel. Z. Rundschau 1935, Nr. 23.
17. *Lincke:* Der Gaszustand im gangränösen Wurzelkanal. Z. Rundschau 1933, Nr. 45.
18. *Lutz:* Histologische und bakteriologische Untersuchungen über die Wirkung der Triopaste bei der Pulpa-Amputation. Schw. M. f. Z. 1923.
19. *Pharmacopoea Helvetica V.*